PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 43. 28. Juli 1900. 1. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
O. Viol, Mechanische Schwingungen elektrisch leuchtender Drähte. S. 465.
G. C. Schmidt, Über die Fluorescenz des Chinins. S. 466.

Vorträge und Reden:
W. König, Goethes optische Studien. (Schluss.) S. 467.

Berichte von der Pariser Weltausstellung:
No. 1. E. Ruhmer, Der Telephonograph. S. 470.

Personalien. S. 472.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Mechanische Schwingungen elektrisch leuchtender Drähte.

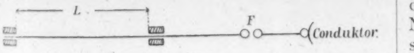
Von O. Viol.

In Nr. 40, S. 435 der „Physikalischen Zeitschrift" ist eine Arbeit des Herrn Thomas Tommasina „Über einige durch den Erregerdraht Hertzscher Wellen erzeugte photochemische Wirkungen" veröffentlicht.

Im Anschluss an diese möchte ich bemerken, dass ich im physikalischen Institute der Universität Rostock unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Wachsmuth vor kurzem eine Arbeit auf demselben Gebiete vollendet habe.

Leuchtende Wellen auf einem von einer Funkenstrecke ausgehenden, isoliert aufgespannten Draht sind auch von mir beobachtet und mittelst einer photographischen Kamera fixiert worden.

Meine Anordnung war in Kürze folgende: Von dem negativen Pole einer Influenzmaschine [der positive war zur Erde abgeleitet] führte ein Draht zu einer Funkenstrecke F, an welche der zu untersuchende Draht anschloss. Letzterer war auf die Länge L isoliert eingespannt.



Lässt man eine Ladung bei F übergehen, so gerät der Draht L in mechanische Schwingungen, welche bewirken, dass die Seitenentladung, welche längs des Drahtes L stattfindet, sich in helle und dunkle Strecken einteilt, und man so das Bild einer leuchtenden Welle erhält.

Resultate und Bilder, wie sie Herr Tommasina veröffentlicht, sind auch meine ersten Ergebnisse gewesen, da ich ebenfalls durch direkte Belichtung der Platte die Welle fixieren wollte. Ich war jedoch gezwungen, von diesem direkten Verfahren abzugehen, da Körper, welche man in die Nähe des Drahtes brachte, also auch photographische Platten, durch Influenz Unregelmässigkeiten in der Seitenentladung zur Folge hatten, und das Bild der Welle zerstörten. Legt man den Draht direkt auf die photographische Platte, so tritt an den Stellen, an welchen der Draht dichter anliegt, eine intensivere Schwärzung der Platte ein, als an denjenigen, an denen dies weniger der Fall ist. Man erhält auf diese Art zwar auch ein Wellenbild, es entspricht aber nicht demjenigen, welches man am freien Draht beobachtet.

Die photographische Lichtwirkung dieser leuchtenden Stellen ist zwar schwach, doch kann man bei genügend langer Expositionszeit ganz zufriedenstellende Resultate erzielen.

Meine näheren Untersuchungen beziehen sich auf die Ursachen dieser Erscheinung, und die Bedingungen, unter welchen die leuchtenden Wellen auf dem Drahte zu stande kommen. Mit Rücksicht auf eine Arbeit des Herrn W. Coolidge[1]) glaubte ich es zuerst mit elektrischen Wellen zu thun zu haben. Dies war jedoch nicht der Fall, da die Erscheinung erstens unabhängig war von der Länge der Zuleitungsdrähte, zweitens aber auch ein Anhängen von Kapazitäten, z. B. einer Leydener Flasche, keine besondere Wirkung hervorrief.

Das Entstehen der Wellen war nur durch die Funkenstrecke bedingt. War dieselbe gleich Null, d. h. berührten sich die beiden Kugeln, so besetzte sich der ganze Draht gleichmässig mit leuchtenden Punkten bei negativer Ladung. Sobald F vergrössert wurde, so dass ein Funke übersprang, traten leuchtende Wellen auf, deren Zahl man durch Veränderung der Grösse der Funkenstrecke variieren konnte, und zwar war die Anzahl der Bäuche der Grösse der Funkenstrecke umgekehrt proportional.

Es gelang mir, bei gegebener Drahtlänge L 1, 2, 4, 8, 16 und ebenso auch 1, 3, 6 Bäuche zu erzielen. Während eines Versuches konnte man durch Verstellen der Funkenstrecke immer nur gerade Vielfache der vorigen Wellenzahl erhalten.

Der Ton, der längs des Drahtes zu hören ist, und mit dem der Funkenstrecke überein-

1) W. Coolidge, Wied. Ann. **67**, 578, 1899.

stimmt, ist in seiner Höhe auch umgekehrt proportional der Grösse der Funkenstrecke, d. h. einer kleinen Funkenstrecke entspricht ein hoher Ton, einer grossen dagegen ein tiefer.

Dabei war es interessant zu untersuchen, in welchem Verhältnis Tonhöhe und Funkenzahl stehen; nähere Angaben hierüber hatte ich in der Litteratur nicht finden können. Die Versuche, welche ebenfalls photographisch gemacht wurden, ergaben, dass die jeweilige Anzahl der überspringenden Funken der Schwingungszahl des gehörten Tones entspricht. Ausführlichere Mitteilungen werde ich demnächst veröffentlichen.

Rostock, Physikal. Institut, den 9. Juli 1900.

(Eingegangen 11. Juli 1900.)

Über die Fluorescenz des Chinins.

Von G. C. Schmidt.

In seiner berühmten Abhandlung über die Fluorescenz erwähnt Stokes die Thatsache, dass das schöne, blaue Fluorescenzlicht des Chinins durch Chlor-, Brom-, Jodwasserstoffsäure und durch die Salze dieser Säuren, ferner durch Blausäure u. s. w. vernichtet werde. Die Erscheinung ist später von E. Buckingham[1]) eingehend untersucht worden. Aus einer Reihe von Versuchen schliesst er, dass nur das Chininion zu fluorescieren vermag, und dass dies Fluorescenzlicht durch die Halogenionen, gleichgiltig woher sie stammen, vernichtet wird.

Die nächstliegende Annahme, um diese Erscheinung zu erklären, wäre wohl die, dass Polymoleküle des Chinins oder Verbindungen des Halogens mit dem Chinin entstehen, welche nicht zu fluorescieren vermögen. Wenn diese Annahme richtig ist, so muss die Absorption eine verschiedene sein, einmal, wenn man das fluorescierende Präparat untersucht und dann nach Zusatz eines Körpers, der die Fluorescenz vernichtet. Ich bin dieser Frage näher getreten, indem ich einmal die Absorption des Chininsulfats allein und darauf nach Zusatz von *KCl*, *KBr* u. s. w. photographiert habe.

Das Verfahren war folgendes: Das Bild von zwischen zwei Spitzen aus Cadmium überspringenden Funken wurde durch eine Quarzlinse auf den Spalt eines Spektralapparats geworfen, dessen Beobachtungsfernrohr eine photographische Schieberkassette enthielt. Die Linsen waren Flussspath-Quarzachromate von Zeiss; das Prisma bestand aus je einem rechts und links drehenden Quarzprisma von 30°. Zuerst wurde das Linienspektrum des Cadmiums und darauf unmittelbar das Absorptionsspektrum der betreffenden Lösung, die sich vor dem Spalte in einem Quarztrog befand, photographiert. Aus den bekannten Wellenlängen der Cadmiumlinien liess sich leicht berechnen, an welchen Stellen des Spektrums die Absorption liegt. Durch Verändern der Dicke von 1—8 mm und Verdünnen der Lösung konnte man leicht einen Überblick über die Lagen der Maxima und Minima der Absorption gewinnen.[1])

Um die Wellenlängen des Fluorescenzspektrums zu bestimmen, wurde das von E. von Lommel angegebene Verfahren benutzt. Die Strahlen einer Lichtquelle fielen streifend auf einen Troge mit dem fluorescierenden Körper. Gegenüber dem Troge stand der Spektralapparat. Auf diese Weise war jedes fremde Licht, namentlich das an den Glaswänden reflektierte, unschädlich gemacht.

Chininbisulfat: Das Chininbisulfat (höchste Konzentration 0,1 % in 8 mm Schichtdicke) absorbiert von 400 $\mu\mu$ an; das Maximum liegt zwischen 340—326 $\mu\mu$; von 298—259 $\mu\mu$ ist die Lösung ziemlich durchlässig, das weitere Ultraviolett wurde vollkommen absorbiert. Das Chininbisulfat besitzt also zwei Absorptionsmaxima.

Zusatz von *KCl*, *KBr*, *KJ*, *NaCl*, *NaBr* u. s. w. änderte das Absorptionsspektrum nicht.

Entsprechend dem Absorptionsspektrum zeigt das Fluorescenzlicht zwei durch ein sehr schwaches Minimum gehende Maxima. Der Anfang derselben liegt bei 530 $\mu\mu$, das Minimum bei 525 $\mu\mu$; das weiteste Maximum bei 460 $\mu\mu$, das Ende bei 420 $\mu\mu$.

Chininsulfat: Die Absorption beginnt bei 362 $\mu\mu$, steigt bis zu einem wenig ausgesprochenen Maximum bei 328 $\mu\mu$ und fällt darauf wieder; von 250 wird selbst von sehr verdünnten Lösungen alles weggenommen. Die Absorption unterscheidet sich von der des Chininbisulfats hauptsächlich dadurch, dass sie mehr nach dem Ultraviolett gerückt ist. Dementsprechend ist auch das Fluorescenzlicht sehr viel violetter, als das des Chininbisulfats. Auch hier vermochten die Halogenionen keine Änderung oder Verschiebung im Spektrum zu bewirken. Soweit man das aus den unter gleichen Bedingungen angefertigten Photographien entnehmen konnte, war auch quantitativ die Absorption ohne und nach Zusatz von Chlorkalium die gleiche.

Aus der v. Lommelschen[2]) Theorie der Fluorescenz würde folgen, dass infolge der Dämpfung das Fluorescenzlicht nach Zusatz von

1) E. Buckingham, Ztschr. f. physikal. Chemie **14**, 129, 1894.

1) H. Th. Simon, Wied. Ann. **53**, 542, 1894.
2) E. v. Lommel, Wied. Ann. **3**, 252, 1876.

Halogenionen mehr nach dem Infrarot rücken und schliesslich für unser Auge unsichtbar sein müsste. Etwas dergleichen findet nicht statt; nur die Intensität wird schwächer und schwächer nach dem Zusatz, bis schliesslich das Luminiscenzlicht nicht mehr wahrnehmbar ist.

Aus den mitgeteilten Versuchen geht hervor, dass das Chinin durch die Halogenionen keine chemische Änderung erfährt, ein Schluss, der in vollkommenem Einklang mit den Versuchsergebnissen von Buckingham[1]) steht.

Nachdem die Versuche, auf diese Weise eine Erklärung für die Vernichtung der Fluorescenz zu finden misslungen waren, habe ich versucht, auf einem anderen Wege dieser Frage näher zu treten. Nach einer sehr wahrscheinlichen Hypothese wird das Fluorescenzlicht durch Schwingungen des Elektrons hervorgerufen. Das letztere muss aber, da wir es hier mit Ionen zu thun haben, auch bei allen chemischen Reaktionen ins Spiel treten. Da nun die Halogenionen das Fluorescenzlicht vernichten, so erschien es nicht ausgeschlossen, dass sie auch die chemische Reaktionsfähigkeit verlangsamen bezw. ganz aufheben könnten. Die Halogenionen wären dann, wenn sich diese Annahme bestätigen sollte, katalytische Stoffe. Um diese Annahme zu prüfen, wurde Chininbisulfat teils ohne, teils mit einem Überschuss von Schwefelsäure gelöst und nach Zusatz von verschiedenen Mengen von Halogenionen dem Sonnenlichte ausgesetzt, in der Erwartung, dass sich das Chinin in Cinchonin umlagern würde, eine Reaktion, die sich leicht mit dem Polarisationsapparate würde verfolgen lassen können. Nach 4 Wochen war aber die Drehung beinahe ebenso gross wie zu Anfang, gleichwohl war deutlich zu sehen, dass die verschiedenen Lösungen sich ganz verschieden verhielten; die folgenden kurzen Angaben werden genügen, um einen Überblick über das Verhalten der verschiedenen Lösungen zu geben.

Chininsulfat $^1/_{10}$ normal in $^1/_2$ normal Schwefelsäure gelöst, zeigte, nachdem es 4 Wochen im Dunkeln aufbewahrt war, keine Spur von Zersetzung. Das Fluorescenzlicht war ebenso intensiv, wie das der frisch bereiteten Lösung. Dieselbe Lösung mit Zusätzen zeigte, nachdem sie 4 Wochen dem Lichte ausgesetzt war, folgendes Verhalten:

	Fluorescenz	Farbe nach 4 Wochen
50 cbc Chininsulfat	intensiv	braun
50 cbc „ + 0,2 cbc nom. $NaCl$	schwächer	gelb
50 cbc „ + 2 „ „ „	schwach	gelblich
50 cbc „ + 5 „ „ „	sehr schwach	weiss

Genau dasselbe Ansehen besassen die Lösungen, welche KCl, KBr, HCl enthielten. Die Lösungen, welche mit KJ und NaJ versetzt waren, enthielten einen dicken rötlichen Niederschlag, den ich nicht weiter untersucht habe.

Andere Versuche, bei denen das Chinin in wässerigem Alkohol gelöst war, ergaben genau die gleichen Resultate.

Aus diesen Versuchen lässt sich entnehmen, dass die Halogenionen die Zersetzung des Chinins verlangsamen bez. wenn sie in genügender Konzentration vorhanden sind, ganz aufheben. Sobald die Konzentration der Halogenionen so gross ist, dass das Chinin nicht mehr fluoresciert, findet auch keine Zersetzung am Lichte statt. Da nun aus den vorher beschriebenen Versuchen hervorgeht, dass das Chinin sich mit den Halogenionen nicht verbindet, so wirken letztere nur durch ihre Gegenwart. Sie sind somit katalytische Stoffe, und es ergiebt sich daher ein Zusammenhang zwischen Katalyse und Fluorescenz, den ich gerne weiter verfolgt hätte. Ich habe eine grosse Reihe von Versuchen angestellt, um eine Reaktion des Chinins aufzufinden, die sich quantitativ verfolgen liesse, in der Hoffnung auch quantitative Zahlen für die katalytische Wirkung der Halogenionen zu finden, bisher aber ohne Erfolg. Vielleicht vermag mir ein Fachgenosse oder ein Chemiker eine derartige Reaktion mitzuteilen. Ich würde ihm hierfür sehr dankbar sein.

Eberswalde, 15. Juli. Kgl. Forstakademie.

(Eingegangen 18. Juli 1900.)

1) E. Buckingham l. c.

VORTRÄGE UND REDEN.

Goethes optische Studien.

Von Walter König.

(Schluss.)

Die Töne der musikalischen Skala bilden physikalisch eine einfache aufsteigende Reihe, deren im übrigen gleichartige Elemente sich durch die wachsende Schwingungszahl von einander unterscheiden; die zugehörigen Empfindungen bilden eine ganz parallele einfache Reihe, deren entsprechendes Charakteristikum die aufsteigende Tonhöhe ist. Anderseits bildet die prismatische Folge der Farben physikalisch eine ganz ähnliche Reihe mit aufsteigender Schwingungszahl, wie die Töne der musikalischen

Skala; aber die zugehörigen Empfindungen bilden keine einfache Reihe mit einem der Tonhöhe ähnlichen Charakteristikum. Vielmehr wechselt die Empfindung mit steigender Schwingungszahl ihren Charakter, von Rot su Gelb, von Gelb zu Grün, von Grün zu Blau; dazwischen liegenden einfachen Schwingungen entsprechen nicht einfache, sondern zusammengesetzte Empfindungen, Mischfarben wie Orange, Gelbgrün u. s. w., während beim Ohr jede einfache Schwingung auch eine einfache Tonempfindung auslöst. Die Reihe unserer Tonempfindungen sondert sich ferner, wie Sie wissen, nach verwandtschaftlichen Verhältnissen, die physikalisch ihren Ausdruck in der Einfachheit des Verhältnisses der Schwingungszahlen finden. Beim Auge ist nichts von einer solchen Parallelbeziehung vorhanden. Die einfachen Farben sind nicht durch einfache Schwingungsverhältnisse charakterisiert und umgekehrt einfachen Schwingungsverhältnissen entsprechen keine verwandtschaftlichen Farbenbeziehungen. Und endlich ein Drittes. Beim Zusammenklang mehrerer Töne hat das Ohr im Allgemeinen die Empfindung eines zusammengesetzten Klanges und besitzt die Fähigkeit — wenigstens kann sie durch Übung der Aufmerksamkeit ausgebildet werden — die einzelnen Teile des Klanges herauszuhören.

Das Ohr ist gewissermassen ein analysierendes Organ. Das Auge aber hat nicht nur für manche einfache Ätherschwingungen zusammengesetzte Empfindungen, sondern es kann umgekehrt auf die gleichzeitige Einwirkung mehrerer oder vieler Schwingungen mit einfachen Empfindungen reagieren. Man kann es in diesem Sinne, im Gegensatze zu dem analytischen Charakter des Ohres, vielleicht als ein synthetisches Organ bezeichnen. Das sind Thatsachen der Erfahrung. Die Beziehungen zwischen Reiz und Empfindung, die für das Ohr relativ einfach sind, haben für das Auge eine eigentümlich verwickelte Gestalt. Das Problem, diese merkwürdigen Beziehungen in möglichst einfacher Weise zu formulieren, ist ein so schwieriges, dass es bis heute noch keine unbestrittene Lösung gefunden hat. Für Goethe bestand diese Schwierigkeit überhaupt nicht. Er leugnete, dass die einfache Empfindung Weiss durch einen komplizierten physikalischen Vorgang hervorgerufen werden könne. Ihm war es selbstverständlich, dass einfachen Empfindungen einfache Reize entsprächen, und dass die gesetzmässigen Beziehungen zwischen den Empfindungen auch als gesetzmässige Beziehungen von gleicher Art zwischen den äusseren Reizen bestehen müssten. Wäre ihm diese Auffassung nicht so selbstverständlich gewesen, so hätte er die ganze Idee seiner Farbenlehre nicht fassen können. Denn ihre Grundlage war ja die Annahme einer einheitlichen Gesetzmässigkeit aller Farbenerscheinungen. Wir aber erkennen bei aller Bewunderung für die Grossartigkeit seiner Absichten an dieser Stelle den Punkt, an dem er mit der Durchführung seiner Idee notwendig scheitern musste.

Wollen wir, um vollständig zu sein, noch den übrigen Inhalt des didaktischen Teiles durchgehen, so können wir uns ausserordentlich kurz fassen. Denn alle weiteren Ausführungen sind nur Anwendungen der bisher gewonnenen Prinzipien. Unter den physischen Farben hat er noch die Farben dünner Blättchen, die Farben der Beugung am Schattenrande, die irisierenden Farben geritzter Metallflächen und anderes behandelt und auf seine Weise zu erklären versucht.[1]) Als nach dem Erscheinen der Farbenlehre die chromatische Polarisation, die Farben schlecht gekühlter Gläser und krystallinischer Objekte im polarisierten Lichte entdeckt wurden, hat er auch diesen das eingehendste Studium zugewandt und hat 1820 noch einmal eine längere Abhandlung über diese entoptischen Farben geschrieben.[2]) Dass diese Farben unter entgegengesetzten Bedingungen in komplementären Formen auftreten, passte ihm natürlich ausgezeichnet zu seinem Gesetze der Polarität. Aber zu einem eigentlichen physikalischen Verständnisse dieser Erscheinungen hat er auf seinem Wege nicht gelangen können. Und in gleicher Weise unfruchtbar sind seine Betrachtungen über die chemischen Farben, über die Pigmente.[3]) Er sucht nach dem Zusammenhang zwischen der Farbe und der chemischen Zusammensetzung, und da sich zu jener Zeit die chemischen Ver-

---

1) Goethe stellt den dioptrischen Farben, die er in den erwähnten zwei Klassen behandelt hat, die katoptrischen, paroptischen und epoptischen Farben gegenüber. Unter den katoptrischen Farben (§§ 366—388; **I**, 153—162) versteht er Farben, die bei Spiegelung an gewissen Objekten auftreten, so an Metallsaiten, an geritzten oder angeätzten Silberplatten, an Spinnweben, desgleichen die irisierenden Farben der Perlmutter und der Vogelfedern. Unter den paroptischen Farben (§§ 389—428; **I**, 162—176) versteht er die Beugungsfarben im eigentlichen Sinne, die am Schattenrande eines undurchsichtigen Körpers auftreten. Er suchte sie aus parallaktischer Wirkung der Lichtquelle herzuleiten (§ 412; **I**, 170), liess aber die Frage offen, ob diese Annahme ausreiche, oder ob man zu gewissen inneren Eigenschaften des Lichtes seine Zuflucht nehmen müsse (§ 414; **I**, 171). Übrigens bemerkt er in § 416 ganz richtig, dass die katoptrischen Farben eigentlich von derselben Art wären, wie die paroptischen. Die epoptischen Farben endlich (§§ 429—485; **I**, 176—199) sind die Interferenzfarben dünner Blättchen; hier behandelt Goethe die Newtonschen Ringe, die Hauchfarben, die Farben der Seifenblasen, der Ölhäutchen auf Wasser, die Anlauffarben der Metalle; er macht auf den komplementären Gegensatz der Farben im reflektierten und im durchscheinenden Lichte aufmerksam (§ 454; **I**, 187—188) und sucht seine Ideen von der Entstehung der Farben durch das Trübe darauf anzuwenden.

2) „Die entoptischen Farben"; **V**, 223–318.

3) Von den chemischen Farben handeln die §§ 486—687; I, 200—272.

schiedenheiten vor allem in dem grossen Gegensatze von Säuren und Alkalien darstellen, so verknüpft er seine Farbenpolarität mit diesem Gegensatze und sucht den Gedanken durchzuführen, dass das Gelbe und Gelbrote den Säuren, das Blaue und Blaurote den Alkalien zukomme.[1]) Er weist als Beleg dafür auf die Röte des oxydierten arteriellen Blutes hin,[2]) auf die roten und gelben Farben der Oxyde von Eisen, Blei, Quecksilber, während bei der Bereitung von Berlinerblau Alkalien im Spiele wären;[3]) aber das vollkommenste Beispiel ist ihm natürlich der bekannte Versuch mit der Lackmustinktur, die durch Säuren rot, durch Alkalien blau gefärbt wird.[4]) Hätte Goethe das Farbenmaterial unserer Zeit zur Verfügung gehabt, so würde er mit dieser Klassification bald in die Brüche geraten sein. Aber bei aller Unfruchtbarkeit in der Anwendung seiner Ideen staunen wir doch überall über seine umfassenden Kenntnisse und über die Sorgfalt, mit der er alle diese Erscheinungen studiert und beschrieben hat. Wie scharf er beobachtete, lassen Sie mich nur noch mit einem Beispiele belegen, das ich gern einer unverdienten Vergessenheit entreissen möchte. Er bemerkt, dass auf der Oberfläche fester Pigmente ein entschiedener Metallglanz erscheint, in welchem die dem Farbstoff komplementäre Farbe spielt, z. B. die Kupferfarbe an diesem Indigo.[5]) Diesen Satz hat Haidinger 42 Jahre nach dem Erscheinen von Goethes Farbenlehre ausgesprochen, und er geht heute in der Optik unter dem Namen des Haidingerschen Gesetzes.[6]) Man könnte es mit Fug und Recht das Goethische Gesetz nennen.

Doch wir dürfen nicht weiter in Einzelheiten eindringen. Möchten Sie aus diesen Betrachtungen vor allem die Überzeugung mit heimnehmen, dass wir es auch bei Goethe, dem Physiker, mit einem Manne zu thun haben, der sich nicht in dilettantischer Spielerei mit wissenschaftlichen Fragen beschäftigt, sondern der sie anfasst mit dem heiligen Ernst und dem nie erschlaffenden Pflichtgefühle des berufenen Forschers. Der leuchtende Leitstern aber, der seine Schritte lenkte und ihm die Bahn vorzeichnete, war seine grosse einheitliche Natur- und Weltauffassung. Jene allgemeinen Ideen, die er in die Farbenlehre einzuführen versucht hat, die Idee der Steigerung,

1) §§ 491 und 492; I, 201—202.

2) § 643; I, 255.

3) §§ 514, 515, 520; I, 210, 212—213.

4) § 533; I, 216.

5) §§ 578, 579, 580; I, 231—232.

6) Vgl. hierüber Walter, „Die Oberflächen- oder Schiller-Farben", Braunschweig 1895, S. 42. Die Arbeit Haidingers ist 1852 in den Sitzungsberichten der mathem.-naturw. Klasse der Wiener Akademie, Band VIII, S. 97—133 erschienen.

die Idee der Polarität — wir begegnen ihnen in seinen Schriften unter den verschiedensten Formen.[1]) Von der Idee der Steigerung hat er die glücklichste Anwendung in dem Prinzip der Entwicklung gemacht, durch das er die organische Welt zu einem aufsteigenden Ganzen zusammenfasste; die Polarität aber ist ihm geradezu die Grundform alles Geschehens überhaupt. Alles, was erscheinen soll, muss entweder eine ursprüngliche Entzweiung, die einer Vereinigung fähig ist, oder eine ursprüngliche Einheit, die zur Entzweiung gelangen könne, andeuten. Das Geeinte zu entzweien, das Entzweite zu einigen, ist das Leben der Natur.[2]) Aber nicht bloss in seiner Auffassung des Wirklichen begegnen wir diesem Gesetz des Gegensatzes; es tritt uns auch als gestaltendes Prinzip in seinem künstlerischen Schaffen entgegen. Ich erinnere Sie an die gegensätzlichen Gestalten, die wir in seinen Dramen finden, Carlos und Clavigo, Tasso und Antonio, Faust und Mephisto, oder an das Doppelpaar in den Wahlverwandtschaften. Das sind überall nicht einfache Gegensätze, die ein geschickter Dramatiker oder Romanschreiber nebeneinander stellt, um die Charakteristik durch den Kontrast zu verschärfen, sondern es ist immer ein entzweites Ganzes, es ist eine Totalität, die er in solchem Gegensatze zu erschöpfen sucht, die Totalität einer Weltanschauung, die Totalität seines Weltbildes.

So wiederhole ich, was ich am Anfang sagte. Es ist der ganze Goethe, der aus seiner Farbenlehre zu uns spricht, der Goethe, der uns den Faust als den Typus des ewig ringenden und strebenden Menschengeistes ge-

1) Vgl. die Erläuterung zu dem aphoristischen Aufsatz „Die Natur"; **XI**, 11.

2) Die zitierte Stelle steht in § 739; **I**, 296. In dem gleichen, ganz allgemeinen Sinne spricht er sich im Vorwort zur Farbenlehre aus (**I**, X—XI) und ebenso in dem kleinen Aufsatze „Polarität" (**XI**, 164—166). Dass die Hauptabsicht des ganzen Werkes auf die Einführung des Begriffes der Polarität in die Farbenlehre gerichtet ist, hat er in der genannten Stelle des Vorworts, ebenso in § 744 (**I**, 298—299) und an anderen Stellen der Farbenlehre ganz direkt ausgesprochen. Dass er sich dabei in erster Linie von der Analogie mit polaren Erscheinungen in anderen Gebieten der Physik hat leiten lassen (Magnetismus, Elektrizität), das lehren die Ausführungen in den §§ 741—745 (**I**, 296—299) auf das Deutlichste. Man versteht den Einfluss, den diese Kenntnisse auf die Entwicklung seiner Gedanken über die Farbe gehabt haben, wenn man sich vergegenwärtigt, welches Aufsehen die Entdeckungen auf elektrischem Gebiete zu jener Zeit machten. Mit welchem Eifer sich Goethe auch über diese Gebiete der Physik unterrichtet hat, und mit welchem Interesse er der Entwicklung dieser Kenntnisse gefolgt ist, lassen uns die Schemata der physikalischen Vorträge erkennen, die er im Winter 1805—6 einem Kreise von Weimarer Damen gehalten hat (**XI**, 176 bis 239) und der Überblick über seinen „naturwissenschaftlichen Entwicklungsgang" (**XI**, 299—302). Endlich möge nicht unerwähnt bleiben, dass ihn der Begriff der Polarität auch in seinen meteorologischen Studien geleitet hat, was in seinem „Versuch einer Witterungslehre" im Kapitel „Analogie" in eigentümlicher Weise zum Ausdruck kommt (**XII**, 105—106).

schenkt hat. Er selbst war der Faust, der ewig strebend sich bemühte, und in diesem Sinne steht seine gewaltige Gestalt auch für uns Naturforscher als höchstes Vorbild selbstloser Hingabe in dem Streben nach reiner wahrer Erkenntnis an der Schwelle dieses Jahrhunderts der Naturwissenschaften. Nehmen wir dieses Vorbild mit hinüber in das kommende Jahrhundert. Wenn sich je in der überstürzten Entwicklung unserer Zeit nach der Seite des Technischen, des Praktischen hin die Triebfedern der Forschung verwirren, ihre reinen und hohen Ziele sich verschieben, blicken wir dann auf ihn. Wie der Schatten des Riesen in seinem Märchen die Menschen hinüberträgt über den Fluss in das Land der schönen Lilie, so trägt uns sein Schatten, so oft wir uns ihm willig anvertrauen, aus dieser wirren Welt hinüber in das Land der Ideale, nicht in ein Reich hohler Schemen, sondern in eine Welt von einer reineren und höheren Wirklichkeit.

BERICHTE VON DER PARISER WELTAUSSTELLUNG.

I. Der Telephonograph.

Von Ernst Ruhmer, Berlin.

Der Telephonograph erregt auf der Pariser Ausstellung allgemeines Aufsehen; er bildet nach dem Urteile vieler Fachleute eines der interessantesten Objekte der Ausstellung.

Die Apparate befinden sich in der dänischen Abteilung der Klasse 26 im Elektrizitätspalast (Champ de Mars) und sind ausgestellt von der Aktiengesellschaft „Telegraphonen Patent Poulsen" in Kopenhagen. Es sind mehrere Drahttelephonographen im Betriebe, die den Zweck haben, das Prinzip der Erfindung zu demonstrieren. Letzteres ist bereits in Heft 38 dieser Zeitschrift ausführlich besprochen worden, doch dürften einige nähere Angaben, sowie Konstruktionseinzelheiten der ausgestellten Apparate von allgemeinem Interesse sein.

Auf dem Umfang des Messingcylinders C (Fig. 1) von etwa 140 mm Durchmesser und 280 mm Länge ist ein feiner Gewindegang eingeschnitten und in diesen ein Stahldraht von ca. 1 mm Durchmesser gewickelt. Die Länge des Drahtes beträgt etwa 100 m. Der Cylinder wird durch einen kleinen Elektromotor mittelst Schnurscheibe S angetrieben und erhält dadurch eine mässige Umfangsgeschwindigkeit. Auf dem Stahldrahte schleifen durch ihr eigenes Gewicht zwei Spulen E von feinstem Relaisdraht, die über Kerne aus weichstem schwedischen Eisen von 1 mm Durchmesser gewickelt sind.

Die Eisenkerne sind, wie aus der Figur 2 ersichtlich, unter einem Winkel gegeneinander gestellt, sodass ihre freien Enden den Stahldraht möglichst gut umfassen und in dieser Stellung durch umgossenen Siegellack fixiert.

Beim Betriebe verschiebt der um die Walze spiralig gewundene Draht den ihn umfassenden Doppelelektromagneten E selbstthätig in axialer Richtung, doch ist, um einen einseitigen Druck auf das Gleitstück G und eine Abnutzung der Eisenkerne im Doppelelektromagneten E zu vermeiden, noch der Meissel m (Fig. 1, 3, 4) angeordnet, der ebenfalls zwischen die Windungen des Stahldrahtes eingreift.

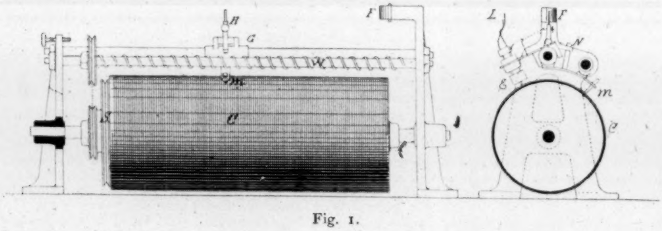


Fig. 1.

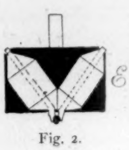


Fig. 2.

Nähert sich das Gleitstück dem Ende der Walze, so stösst der Stift am Hebel H (Fig. 3) gegen eine schräge Fläche F und zwingt den Hebel seitwärts auszuweichen. Mittelst eines Kettchens wird der Schreibmagnet hochgehoben und der Hebel H schnappt unter die Nase N. Nachdem nun der Stift die schräge Fläche passiert hat, fällt der Hebel H durch das Gewicht des Elektromagneten etwas zurück, hebt dabei den Meissel m aus dem Drahtgewinde der Walze und drückt den Gewindeeingriff D gegen die

mit einem steilen Gewinde versehene Welle *W*. Diese erhält durch Schnurscheibenantrieb von der Trommelwelle eine passende Drehung und befördert das Gleitstück *G* mit dem Elektro-

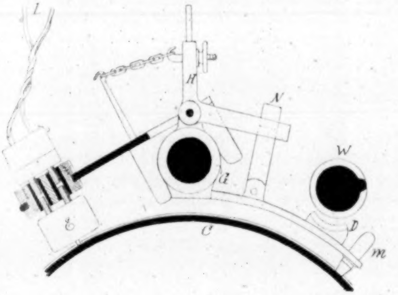


Fig. 3.

magneten *E* nach dem anderen Ende der Trommel, d. h. in die Anfangsstellung zurück. Hier stösst die Nase *N* gegen einen Stift, der Hebel *H* wird ausgelöst und fällt zugleich mit dem Elektromagneten auf der anderen Seite des Gleitstückes, auf den auf die Trommel gewundenen Draht, damit einen neuen Lauf über die Trommel beginnend.

Diese Konstruktion hat den Zweck, den Apparat dauernd im Betrieb zu erhalten, so dass jeder Interessent nur das an der Leitungsschnur *L* hängende Telephon ans Ohr zu halten braucht, um das auf den Draht Gesungene oder Gesprochene zu hören.

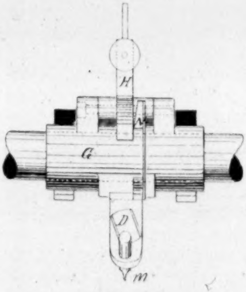


Fig. 4.

Auch gestattet diese Einrichtung jede gewünschte Repetition des Gehörten, gleichviel an welcher Stelle der Walze, vorzunehmen.

Was die Deutlichkeit der Wiedergabe anlangt, so ist dieselbe geradezu verblüffend. Trotzdem die Apparate sich in der Ausstellung an dem denkbar ungünstigsten Platze, inmitten der Maschinenhalle zwischen grossen geräuschvollen Maschinen befinden, funktioniert der Magnetophonograph tadellos. Er giebt die Töne und Laute vollständig rein und ohne Nebengeräusch mit überraschender Klarheit wieder. Die Klangfarbe und individuelle Charakteristik des Sprechers oder Sängers bleiben völlig gewahrt, und die Reproduktion ist so deutlich, dass man sogar das Atemholen zwischen den einzelnen Satzpausen deutlich wahrnimmt.

Der Telephonograph stellt somit eine äusserst glückliche Lösung des Problems der Verbindung von Telephon und Phonograph dar, sodass seiner Einführung in das Telephonwesen nichts mehr entgegensteht. Dass diese Einführung in die Entwickelung des Telephonverkehrs ein neues und wichtiges fortschrittliches Moment hervorbringen wird, steht ausser Frage. Auch der

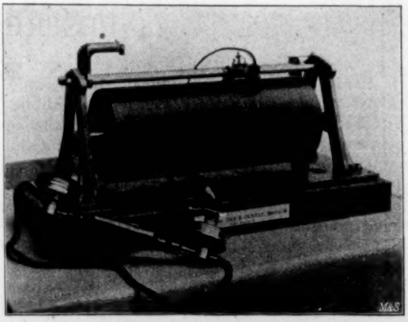


Fig. 5.

Phonograph selbst tritt damit in eine neue Phase der Entwickelung ein. Neben diesem Hauptanwendungsgebiet wird sich das magnetophonographische Prinzip auch zu wissenschaftlichen Zwecken mannigfach verwenden lassen; es tritt zu den bisherigen elektrischen Registriermethoden und wird wegen seiner eigentümlichen Vorzüge besonders da eine Lücke auszufüllen imstande sein, wo es sich um Aufzeichnung schnell aufeinander folgender Stromimpulse handelt. Für die Verwertung und Einführung des Telephonographen in allen Kulturstaaten, hat sich in Berlin ein Syndikat gebildet, an dessen Spitze die Aktiengesellschaft Mix & Genest steht. Die Letztere hat vor einiger Zeit in Paris eine Sonderausstellung veranstaltet, um hervorragenden Fachleuten verschiedener Nationalität Gelegenheit zu geben, sich mit den Einzelheiten der Erfindung und den vielseitigen Verwendungsarten vertraut zu machen; bei dieser Gelegenheit wurden bereits eine Reihe von

Apparaten vorgeführt, welche die praktische Brauchbarkeit des magnetophonographischen Prinzips überzeugend erkennen liessen. Auf dieser Ausstellung befanden sich Magnetophonographen verschiedener Bauart, darunter die solcher für 15 Minuten Gesprächsdauer mit einem Stahlbande von 3 × 0,05 mm als Gesprächsträger, Telephonographen zur Niederschrift von Ferngesprächen in Abwesenheit des Empfängers, telephonographische Multiplikatoren zur Vervielfältigung von telephonischen Mitteilungen und zur Lautverstärkung (Telephonrelais) und Experimentalapparate für Zweifachtelephonie (vgl. Heft 38 dieser Zeitschrift.)

Auch in wissenschaftlichen Kreisen hat der Telephonograph das grösste Aufsehen erregt. Unter anderem hat in der Sitzung vom 25. Juni Herr Prof. Mascart den vom Erfinder benutzten Originalapparat der Pariser Akademie der Wissenschaften vorgeführt und Herrn Poulsen zu seiner genialen Erfindung gratuliert; alle Mitglieder stimmten in der Bewunderung für die Erfindung und deren praktische Bedeutung überein.

Über die auf der Weltausstellung leider nicht vertretenen anderen Formen der Apparate ist Verfasser in der Lage, an der Hand einiger Skizzen und Photographien eingehend zu berichten.

Schon heute mag eine Photographie der Mix & Genestschen Ausführungsform des Drahttelephonographen, die sich im wesentlichen mit der Pariser Ausstellungsform deckt, beigefügt werden. (Fig. 5.)

Paris, Anfang Juli 1900.

(Eingegangen 15. Juli 1900.)

BESPRECHUNGEN.

J. Biehringer, Einführung in die Stöchiometrie. Mit Rechenbeispielen. 18 Abbild., 1 Tafel, XVIII und 498 Seiten. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1900. Preis M. 9.—.

Das vorliegende Buch hat zum Zweck, die Lehre von der quantitativen Zusammensetzung der Körper und ihren mit dieser zusammenhängenden Eigenschaften in erster Linie dem Studierenden zu übermitteln. Der Begriff der Stöchiometrie ist also hier in seinem weitesten Sinne gemeint, etwa so wie ihn der I. Band des bekannten Ostwaldschen grossen Lehrbuches umfasst. Als besonders förderlich für einen nutzbringenden Gebrauch des Buches sind in grosser Zahl Rechenbeispiele eingestreut, deren Auswahl als zweckmässig und geschickt anzuerkennen ist. Die Behandlung des Stoffes selbst steht vollkommen auf dem modernen Standpunkt der physikalischen Chemie, und es ist als ein ganz besonders erfreuliches Zeichen zu begrüssen, dass diese Wissenschaft sich überall, wo Chemie gelehrt wird, ihre feste Stellung erwirbt, denn das Buch ist aus den Vorlesungen des Verfassers an der Braunschweiger technischen Hochschule hervorgegangen.

Die Stoffeinteilung des Buches ist etwa die des citierten I. Bandes des Ostwaldschen Lehrbuches, doch schliesst sich noch die Behandlung der Massanalyse und der indirekten Analyse an. Zu vermissen erscheint dem Referenten nur eine Behandlung des Verteilungssatzes, der doch ein Prinzip von allgemeiner und fundamentaler Bedeutung ist, und aus dem sich die Gesetze von Henry, der Dampftension, Löslichkeit u. s. w. so anschaulich als Spezialfälle ergeben. Bei der Behandlung der Gasgesetze hätte vielleicht auf den reziproken Wert des Molekularvolumens, nämlich den Molgehalt der Volumeinheit (entsprechend der Normalität der Lösungen), der die Gasberechnungen in eine so bequeme Analogie zu den massanalytischen Rechnungen bringt, hingewiesen werden sollen. Auch dürfte es für die Temperaturreduktionen bei Gasen rechnerisch vorzuziehen sein, nicht mit dem Faktor $(1 + 0.00366\, t)$, sondern mit dem Verhältnis der absoluten Temperaturen $\frac{T}{T_0}$ zu operieren. Doch das sind Kleinigkeiten und Ansichtssachen. — Die vielfachen Hinweise auf wichtige technische Anwendungen des Behandelten, und ihre Berücksichtigung bei der Auswahl der Rechenbeispiele, werden das Buch nicht nur dem Techniker, sondern allgemein willkommen machen. Dem Physiker speziell dürfte es als eine zweckmässige Zusammenfassung desjenigen schätzenswert sein, was an den chemischen Stoffen seinem Interesse am nächsten liegt.

R. A.

Personalien.

Dem ausserordentlichen Professor Dr. Joachim Teichmüller an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe wurde die etatsmässige Amtsstelle eines ausserordentlichen Professors für Elektrotechnik an dieser Hochschule übertragen.

In Halle starb der Mathematiker Prof. Wiltheiss.

Für die Redaktion verantwortlich Dr. H. Th. Simon in Frankfurt a. M. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.